

IDEGANATÓMIAI VIZSGÁLATOK
AZ APORIA CRATAEGI L. (LEPIDOP., PIERIDAE)
KÖZPONTI IDEGRENDSZERÉN

VAJON IMRE

Bevezetés:

Az ízeltlábú állatok idegrendszerének felépítésére vonatkozó ismereteink nagyon hiányosak. Elsősorban külföldi kutatók közé tartoznak azok a szakemberek, akik ilyen irányú munkálatokkal foglalkoztak és foglalkoznak. (*Albrecht*: 1953. Rovaranatómiával kapcsolatos munkát közöl. *Duporte*: 1912. A *Sphida obliqua* lárvájának idegrendszerét ismerteti. *Handschin*: 1928. Munkája, a rovarok morphológiájának gyakorlati megismeréséhez vezet bennünket. *Pawlowski*: 1960. A rovarok boncolásának módszerét adja. *Snodgrass*: 1928. A rovarmorphologia elveivel foglalkozik. *Srivastava*: 1958. A *Leucinodes orbonalis* Guen teljesen kifejlett lárvája, idegrendszerének morphológiáját ismerteti.)

Bár a kutatások ilyen téren mintegy ötven éve folynak, a megjelent szakirodalomból arra tudunk következtetni, hogy azok különösebb szisztematika nélkül történtek és még nagyon szórványosak.

Hazai vonatkozásban *Steinmann Henrik* munkáját kell megemlítenünk, aki jelenleg úgyszólván egyedül kutatja az ízeltlábú állatok idegrendszerének anatómiai viszonyait. Nevezett kutató az Orthopterák idegrendszerét tanulmányozza.

Nekem, dr. *Ábrahám Ambrus* akadémikus irányította figyelmemet a lepkék (Lepidoptera) idegrendszerének tanulmányozására, aki erősen hangsúlyozza, hogy a gerinctelen állatok, s köztük az ízeltlábú állatok idegrendszere is leírásra szorul. Ezt több szempont is sürgeti: A szerkezet megismerése után könnyebb lesz az idegrendszer fiziológiájának felderítése. Az ízeltlábú állatok idegrendszerének leírása után érthetőbbé válik számunkra az állatok onto- és filogenezise. Továbbá a gerinces állatok idegvégződéseinek problémájának megoldásához is szolgáltatnak értékes adatokat, a gerinctelen állatok idegrendszerével kapcsolatos vizsgálati eredmények. A rendszertan is egyre jobban várja az ilyen vonalon születő eredményeket. Azért, mert az idegrendszer anatómiai viszonyainak pontos ismerete indokoltta teheti az eddigi rendszer megváltoztatását. Nem utolsó sorban szólunk kell a dolog gazdasági vonatkozásáról is. Az ízeltlábú állatok törzsébe tartozó sok gazdasági kártevő ellen — többek között — az ember idegmérgekkel veszi fel a

harcot. Nem kétséges, ha pontosan sikerül a különböző lepkék és azok igen káros hernyóinak idegrendszerét feltárnunk, akkor az idegmérgek hatásmechanizmusa is érthetőbbé válik.

A fentiek alapján feladatombnak tűztem ki a galagonyalepke idegközpontjainak és az idegközpontokból kilépő idegeknek kutatását.

Anyag és módszer

Kutatásomhoz azért választottam a galagonyalepkét, mert nyáron úgyszólván tetszés szerinti példányszámban begyűjthető. Másrészt, mivel közepes nagyságú lepkefaj, a vizsgálat lebonyolítására elég jól megfelel. (Természetesen minél nagyobb testű egy lepke, annál „könnyebb” idegrendszerének a kiboncolása is.)

Az idegrendszer boncolása és tanulmányozása frissen begyűjtött állatokon nem-, vagy csak nagyon nehezen lehetséges, mert a belső szervek, köztük az idegrendszer is elszakadoznak. Ezért az anyagot vizsgálat előtt elő kell készíteni. Az idegrendszert olyan állapotba kell hozni, hogy boncolás közben kisebb húzás hatására ne szakadozzon el. Abrahám és Steinmann is a rovarok ilyen célra való rögzítéséhez a 10 %-os formalint ajánlják. Azonban még jobb az eredmény — tapasztalatom szerint lepkék esetében —, ha csak 5 %-os formalint használunk. A 10 %-os formalin ugyanis nagymértékben megkeményíti a belső szerveket és az izmokat. Az 5 %-os formalinnal konzervált állatok viszont két-három nap elteltével, vízzel való lemosás után azonnal eredményesen boncolhatók. A formalin behatolását elősegíthetjük azáltal, hogy a lepkepéldányok dorsalis oldalát megnyitjuk, vagy tüvel néhány helyen beszűrjük a kitint.

A fixált, illetve a fentiek szerint előkészített anyagot binokuláris stereo mikroszkóp alatt boncoltam föl.

A központi idegrendszer kiboncolása

Az idegrendszer megközelítését a lepke testének több irányból történő felvágásával valósíthatjuk meg. Az idegrendszer kiboncolásával kapcsolatban néhány módszert az alábbiakban közlünk:

1. *A test, (elsősorban a tor és a potroh) kétoldali körbevágása.* Ez a művelet kétféleképpen végezhető:

a) *A test körbevágása az oldalon közepén.*

b) *A test körbevágása az oldalon közepétől jóval lejjebb.*

a) Az állat testét oldalának közepe mentén kis olló, vagy lándzsátű segítségével vágjuk körbe. A vágást nagyon óvatosan kell végeznünk, hogy felesleges szakadás ne történjék. A toron és a potrohon a körbevágást végezhetjük úgy, hogy a két testrész együtt marad. De végezhetjük a vágásokat úgy is, hogy külön választjuk a tort a potrohtól. A körbemetszést nem terjesztjük ki a fejre, mert a fejben levő agyat és

a garat alatti dűcot külön részletmetszésekkel eredményesebben tudjuk kiboncolni.

A tori részen arra kell vigyáznunk, hogy a metszést a szárnyak fölért végezzük. Körbevágás után a vágás fölérti kitinrészeket leemeljük, majd az állatot hasi oldalával lefelé a bonctál aljához rögzítjük. A letűzésre szánt rovartüket a lepke szárnyainak tövéhez szűrjük. Ezután az anyagra öntsünk vizet, majd kezdjük meg a tor izmainak, — és a torba nyúló kitin léceknek az eltávolítását. A torban nagyon körülményes az idegrendszer megközelítése, mert a tor szinte tele van a szárnyak és a lábak mozgatásához szükséges izmokkal. A torban levő izmok nagyon erősen tapadnak a kitinvázhoz, ezért eltávolításuk nehézkes. Az izmok kiszedését a dorsalis oldalról kezdjük és fokozatosan haladjunk lefelé. Egyszerre mindig csak kis izomkötegeket csípünk ki. Közben vizsgáljuk meg, nincsenek-e előttünk idegek. Ha idegeket, vagy idegágakat találunk, azokat, ameddig csak lehet, kövessük. Csak akkor vágjuk át az idegeket, ha követésük lehetetlenné válik. Munka közben a tápcsatorna torban futó szakaszát is el kell távolítanunk. A tápcsatornát akkor pillantjuk meg, ha a tor felületen izmait eltávolítjuk. A tápcsatorna tori szakaszának kiemelése után, már egészen megközelítjük a ventrálisan fekvő idegdűcokat és a dűcokból kilépő idegeket. A további boncolás eredményeképpen hamarosan megpillantjuk az idegrendszert. A torban levő idegdűcok valóságos izompárnák közé vannak beágyazva. A dűcokból kilépő idegek kitinlécek és izomcsoportok között haladnak. Az eddig végzett boncolással a dűcokat és az idegeket fölülnézetből tettük szabaddá, tehát a megfigyeléseket is fölülről végezhetjük. Ha több irányból és minden oldalról akarjuk a tori dűcokat és a hozzájuk tartozó idegeket tanulmányozni, akkor azokat ki kell vennünk a torból. Az idegrendszer ezen szakaszának kiemelését csak akkor végezhetjük el, ha meggyőződünk arról, hogy a dűcokból kilépő idegek milyen szervekbe mennek. Ha az idegeket a szervekig (lábak, szárnyak) követtük, akkor a szervekbe való belépésüknél vágjuk át őket és a dűcokkal együtt emeljük ki a testből.

A galagonyalepke központi idegrendszerének potrohban levő szakaszát tudjuk legkönnyebben kiboncolni és tanulmányozni. A körbevágást a potroh elején kezdjük meg. Onnan caudalis irányába haladunk a potroh oldalának közepén, a test végéig. A potroh végétől azután — anélkül, hogy a vágást megszakítanánk — a másik oldal közepén haladunk cranialis irányba, míg a potroh elejét, illetve vágásunk kiindulási pontját el nem érjük. Ezután a körbevágás fölérti kitinrészeket leszedjük. Ha ez megvan, tűzzük le a potrohot a bonctálban és öntsünk rá vizet. Az idegrendszer megfigyelését a potrohban a tápcsatorna és függelékei, valamint az ivarszervek akadályozzák. A potrohban levő belső szerveknek az eltávolítását kezdhetjük a potroh elején, vagy a végén. Jobb e műveletet a potroh végétől megkezdeni és a szerveket fokozatosan cranialis irányba kiemelni. A munka végzéséhez tüket használunk. Macerálás közben, a látási viszonyokat zavaró törmeléket, zsírteszteket és az ivarszervekből tömegesen kikerülő petéket mindig mossuk ki pipettával.

A szervek eltávolítása közben itt ott már előtűnik a ventrálsan fekvő idegrendszer, tehát tájékozódhatunk és elkerülhetjük annak megsértését. Ha a tápcsatornát és függelékeit, valamint az ivarszerveket eltávolítottuk a potrohból, akkor tulajdonképpen a hasüreget szabaddá tettük. Ilyenkor az idegrendszert felülről már csak vékony hártya borítja, amelynek eltávolítása után az idegrendszer potrohban levő szakasza felülnézetből vizsgálható.

Az idegrendszert helyzetének megfigyelése után emeljük ki a testből. A kiemelést a következőképpen valósíthatjuk meg: Először átvágjuk a konnektívumot a tor és a potroh határán. Majd a dúcokból két oldalra kilépő idegeket kell átvágnunk. Különösen kell vigyáznunk az utolsó potrohdúc, vagy ivari dúc idegeinek átvágása közben. Az ivari idegek ugyanis nemcsak jobbra és balra, hanem sok irányba ágaznak ki a dúcból, ami a munkát megnehezíti. Az idegek átvágása után caudalis vagy cranialis irányból a dúclánc itteni szakasza alá nyúlunk tükkel és kiemeljük azt.

b) A kétoldali körbevágást végezhetjük a test oldalának közepétől jóval lejjebb is. Ilyenkor tulajdonképpen az állat testét hasi oldalról nyitjuk meg, s az idegrendszert is a ventrális oldal felől próbáljuk megközelíteni. Ez esetben különösen kell vigyáznunk az idegrendszer kiboncolásánál, mert a vágási síkkal ahhoz egészen közel vagyunk. A torban a vágás síkja a szárnyak alatt és a lábak töve (csípő) fölött közvetlenül halad át. Ezzel a módszerrel az idegrendszernek a torban és a potrohban levő szakaszát ventrális irányból sikerül megközelítenünk és tanulmányoznunk.

2. *Hát-hasi körbevágás.* A lepkének a testét megnyithatjuk úgy is, hogy a test középvonalától jobb- és baloldalra végzünk körbemetszést. A hát-hasi körbevágás után oldalról közelíthetjük meg az idegrendszert. Ezt a boncolási módot a toron és a potrohon együttesen, vagy külön alkalmazzuk.

3. *Az idegrendszer boncolása haránt metszések után.* A haránt metszéseket kezdetben a potrohon, a szelvényhatárokon ajánlatos végezni. Miután a dúcok helyzetéről tájékozódunk, azokon a helyeken tanácsos a potrohot harántosan átmetszeni, ahol dúcok nincsenek, hogy a dúcok átvágását vagy megsértését elkerüljük. Meg kell jegyeznünk, hogy a potrohdúcok nem mindig a szelvények területén, hanem néha két szelvény között helyezkednek el. A későbbiek során tehát metszés esetében ezen elvek irányadók.

A tornak a fejgel és a potrohhal érintkező részét egy-egy harántosan metszhető síknak tekinthetjük. Ezeken kívül még egy metszést végezhetünk a toron, a két tori dúc között. A harántmetszésekkel a központi idegrendszer keresztmetszeti képét tanulmányozhatjuk.

A *fejdúcok kipreparálása* szintén bizonyos részletmetszésekkel oldható meg. A garatfeletti- és garatalatti dúc boncolását végezhetjük: 1. a tor felől, 2. felülről, 3. a fej arcfelőli megnyitásával és 4. alulról.

A fenti szempontok szerint nehéz egységes metszéseket végezni. Arról van tehát szó, hogy az említett irányokból kiindulva végezzük el az agy és a garatalatti dúc feltárását, kiboncolását és kiemelését. A meg-

adott irányból kiindulva kitinrészeket és izmokat távolítunk el a fejből, hogy a dúcok megközelíthetők legyenek.

A fejtokból együtt kell kivennünk e két dúcot. Legkönnyebben akkor tudjuk kiemelni ezeket, ha boncolásukat a „nyakszirt” felől kezdjük meg. Gondoskodnunk kell a tápcsatorna dúcok előtti és dúcok mögötti szakaszának átvágásáról. Továbbá át kell vágnunk azokat az idegeket is, amelyek a fejen található szervekbe futnak. A szervekbe futó idegeket csak azután vágjuk át, miután meggyőződünk arról, hogy hová húzódnak.

Boncolás közben külön gondot jelent a fej rögzítése. Jó ha a fej együtt van a lepke egész testével, mert így legkönnyebb annak tükkel való rögzítése. Azonban bármennyire is óvatosak vagyunk, előbb vagy utóbb a fej leszakad és külön kell rögzítenünk. Ilyenkor a pödör nyelv letűzésével rögzítjük a fejet. Az agy helyzetének pontos ismerete után keresztül szűrhatjuk a fejet is anélkül, hogy az agyat megsértenénk. A fej fixálását elérhetjük rovartükkkel való körülűzdeléssel is.

A leírt módszereket alkalmazva vizsgálataimhoz 30 lepkepéldányt használtam föl.

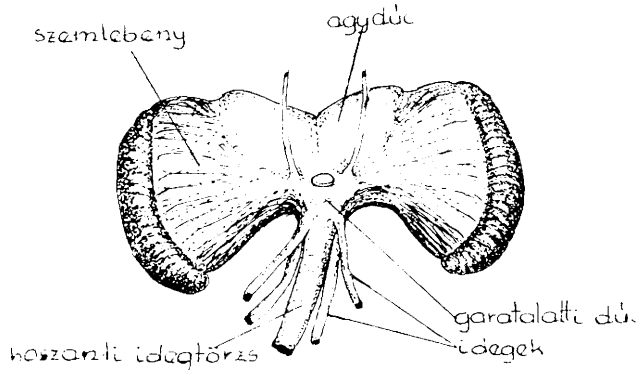
A központi idegrendszer anatómiája

Miként a rovarok többi tagjára, úgy a galagonyalepke idegrendszerére is jellemző a hasdúclánc idegrendszer. A hasdúclánc idegrendszer legmagasabb fejlettségi fokát az ízeltlábúak törzsén belül a rovarok osztályában éri el. Az egyes rovarcsoportokba tartozó állatok idegrendszere igen nagy változatosságot tár elénk. A nagyfokú változatosság és sok különbség ellenére, sok hasonlóságot is találunk a különböző rovarok idegrendszerében. A hasonlóságok elsősorban az egységes alapelv szerinti felépítésben mutatkoznak meg. A különbségek pedig az eltérő életmódból és a sokféle környezeti hatásból adódnak.

A galagonyalepke központi idegrendszere az agyból vagy garatfeletti dűcből (*ganglion supraoesophageum*) a gartalatti dűcből (*ganglion infraoesophageum*) két tordűcből (*ganglion thoracale*) és négy potrohdűcből (*ganglion abdominale*) áll. A dűcokat *konnektívumok* kapcsolják össze egymással.

Az agydűc (*ganglion supraoesophageum*) és a gartalatti dűc (*ganglion infraoesophageum*.) (l. 1., 2. ábra.) Az agynak vagy garatfeletti dűcnak három része van. Ezek: 1. előagy (protocerebrum) 2. középagy (deutocerebrum) 3. utóagy (tritocerebrum.)

Az előagy (protocerebrum). A galagonyalepke agydűcának legterjedelmesebb része. A másik két agyszakasztól (közép- és utóagy) dorsalisan helyezkedik el. A közép- és utóagy tehát egészében véve az előagy alatt fekszik. Az agyszakaszok határait enyhe befűződések jelzik. Fölülnézetben az agy olyan súlyzóalakot mutat, amelynek a középdarabja rövid. A súlyzó gömbszerű részein mindkét oldalon a hatalmas látólebenyek (lobus opticus) emelkednek ki. A látólebenyek keskeny alapi résszel, nyéllel kapcsolódnak az előagy oldalsó részeihez. A látólebenyek viszonylag keskeny kezdeti részük után kúpszerűen kiszé-



1. ábra.

Az agy- és a garatalatti dúc nyakszirt felől nézve.

lesednek. Így az előagy két oldalán terjedelmes képződményt alkotnak. A látólebenyek külső részei kissé előre hajolva, a lepke szemére emlékeztető módon kidomborodnak. Oldalnézetből nem látunk semmit sem az előagyból, mert a látólebenyek teljesen eltakarják. De ugyanúgy befedik a közép- és utóagyat, sőt még a garatalatti dúcot is. A galagonya-lepkének mellékszemei nincsenek, tehát a nervi ocellarri-k is hiányoznak.

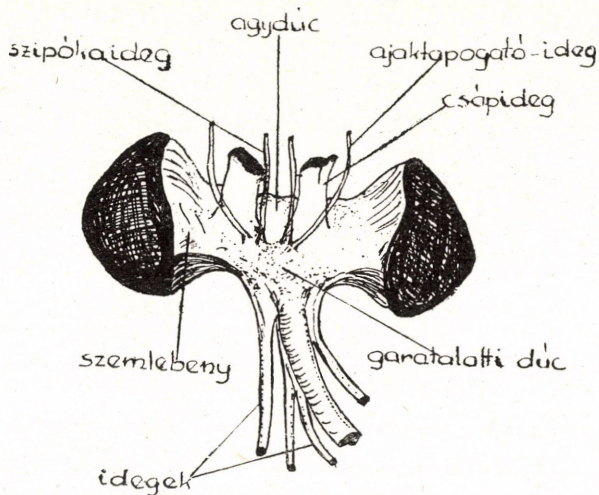
A *középagy (deuterocephalon)*. Az előagy alatt elhelyezkedő agyrész. Az előbbi agyszakaszhoz viszonyítva jóval kisebb. Úgy kapcsolódik az előagy alapi részéhez, hogy két kúpszerű lebenyével előre felé kiemelkedik. Hátról és alulról az utóagy állománya határolja.

A csápidegek (nervus antennalis) a középagy előre ugró részeinek csúcsairól széles alappal erednek. Az agyból előre kilépő idegek közül ezek a legvastagabbak. A csápidegeket, — csaknem párhuzamosan — vékony idegek kísérik, amelyek a csápszakasz beidegzését biztosítják.

Az *utóagy (tritocerebrum)*. Szélső oldalával ventrális irányba tartó csónkagúlaszerű agyszakasz. Az utóagy szélesebb, alapi részével csatlakozik az előagy aljához és a középagy hátsó, valamint alsó részéhez. Ventrális oldalán középtájon félkör alakú bemélyedést figyelhetünk meg. Ez a bemélyedés a garat (pharynx) dorsalis benyomatától ered és nem más mint az utóagy alsó határa.

A tritocerebrum caudális oldalának mindkét széléről kezdetét veszi egy-egy ideg. Ezek az idegek az elő- és utóagy érintkezési vonalától indulnak el. Függőleges irányba emelkednek fölfelé és a fej dorsális oldalán levő izmokat idegzik be.

Az utóagy aljának két oldaláról lépnek ki és caudó-mediális irányba haladnak a tritocerebrális konnektívumok. A konnektívumok oldalról rásimulnak a garatra és belső oldalukkal annak görbületét követik. Miután a tritocerebrális konnektívumok a garat kétoldalán lehúzódnak, kapcsolatba lépnek a garat alsó részén elhelyezkedő garatalatti dúcral, s létrehozzák a garatidegygűrűt.



2. ábra.

A garatalatti dúc és az agy alulról nézve.

A garatalatti dúc (*ganglion infraoesophageum*). Szabálytalan formát mutató idegdúc. Azért nehéz valamilyen testhez hasonlítani, mert előre és hátrafelé idegek lépnek ki belőle és így szabálytalanná válik. A garatfeletti dúccal együtt kiboncolt garatalatti dúcot felülnézetből nem látjuk, mert az agyszakaszok eltakarják. A garatalatti dúc első része a garatfeletti dúchoz viszonyítva kissé hátratulódott. Hátsó vége azonban nem haladja túl a garatfeletti dúc hátsó vonalát. Dorsalis oldalának közepén egy homorú bemélyedést találunk. Ez a garat ventralis oldalának benyomata. A garatalatti dúc tömegére nézve jóval kisebb mint a garatfeletti dúc.

A garatalatti dúcból számos ideg lép ki a testbe. Előre a szájszervekhez futó idegek haladnak, hátra pedig a hosszanti konnektívumok, amelyek az első tori dúccal (*ganglion thoracale I.*) kötik össze. Hátra még más, a tor izmaihoz haladó idegek is kezdetüket veszik.

A szájszervekhez futó idegekkel kapcsolatosan az alábbiakat kell megjegyeznünk: A lepkék szájszervei a rágó szájszervtípushoz viszonyítva erőteljes redukciót mutatnak. Az egyes szájszervrészek elcsökevényesedése magával hozta az oda haladó idegek elvékonyodását. A csökevényes szájszervekbe futó vékony idegeket stereo mikroszkóppal nem tudjuk követni. Tény az, hogy a garatalatti dúcból eredő s a szipóka két ágába lépő idegek jól fejlettek, tehát könnyen megtalálhatók. Jól elkülöníthető továbbá az a két ideg is, amely a garatalatti dúcból a két alsó ajak (*maxilla II.*) tapogatójába (*palpus labialis*) fut. Tudvalevő, hogy ezek a szájszervek legfejlettebbek a lepkéknél, tehát ezért sikerül legkönnyebben ezeknek az idegeit kiboncolni. A garatalatti dúcból, még számos vékony, faagszerűen elágazó ideg indul előre. Ezek közül az idegek közül a csökevényesen fejlett rágó (*mandibula*) az állkapcsi tapo-

gató (palpus maxillaris) és a többi fejletlen szájszervrész is kap idegeket. Az itteni faágszerű idegágakból a fej izmai is nyernek idegeket.

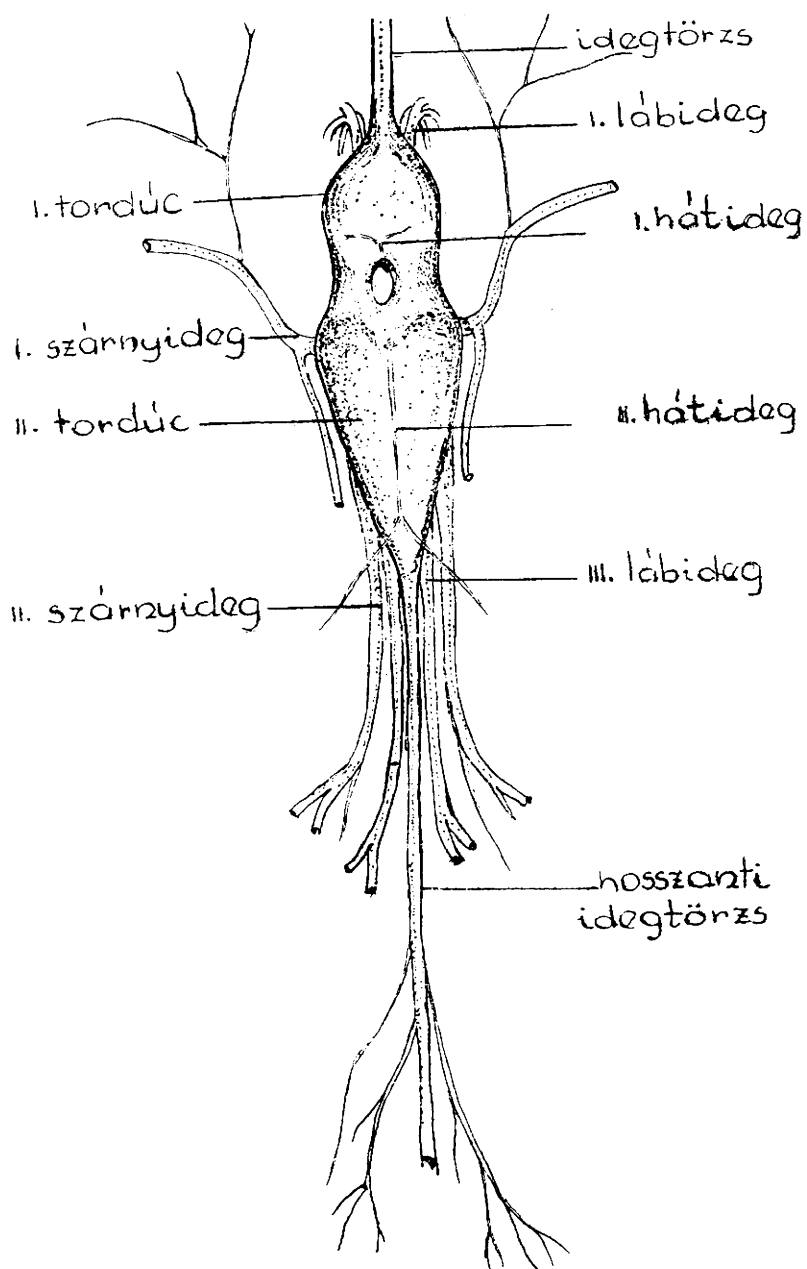
A garatalatti dúc caudalis oldaláról farki irányba folytatódik a hasdúclánc vagy hasvelő. A hasdúclánc a tor és potroh ventralis oldalán húzódik végig a testüregben. A garatalatti dúcból kilépő konnektívum-pár dorsalis oldalán egy hosszanti barázda fut az első tori dúcig, amely mikroszkóp alatt jól megfigyelhető. A barázda jobb és baloldali részre osztja a konnektívumokat. A kétoldali szakasz összefügg egymással — közös hüvelye folytán —, de túvel a barázda mentén szétválasztható. A konnektívumokon kívül a dúcból még négy ideg indul caudalis irányba. Ezen idegek közül kettő a konnektívum jobb, kettő pedig a baloldalán helyezkedik el. Az említett idegek a konnektívum szakaszok hosszának egyharmadáig önállóan haladnak, de ott azután dúsan, sok irányba elágaznak. Az egyre finomabbá váló idegek a tor háti izmaiba mennek.

A tor dúcai és idegei (l. 3. 4. ábra.)

A galagonyalepke torában két idegdúcot: *ganglion thoracale I* és *ganglion thoracale II* vagy *g. meso-metathoracale* találunk. Az első tori dúc egészében véve az előtor hátulsó részében fekszik. A második tori dúc pedig a középtorban helyezkedik el. A két dúc egymáshoz egészen rövid, jobb és baloldali konnektívummal kapcsolódik.

Ganglion thoracale I. Terjedelmére nézve kisebb mint a második tori dúc. Felülről vizsgálva elülső része lekerekített. Két oldalsó szegélye kissé kiszélesedik. Hátulsó vége kétoldalt a következő dúchoz kapcsolódó rövid konnektívumokba megyen át. Középen előre felé néző félhold alakú bemetszést visel. Oldalnézetből az elülső és hátulsó vége elvékonyodik. A hátulsó rész elvékonyodása nagyobb mérvű. Középső része dorsalis és ventralis irányban is kissé kidomborodik. A dorsalis irányú kidomborodás nem haladja meg a második dúc hasonló irányú kiemelkedését. A ventralis irányú kidomborodása viszont nem éri el a második dúc lefelé való kiemelkedésének mértékét. A dúc ventralis oldalával kapcsolatosan azt kell megjegyeznünk, hogy közepén hosszába futó árok halad végig, amely árok megközelítően a dúc középső harmadára terjed ki. Ez az árok jelzi az eredeti kétoldali dúcokat. Az első tori dúc elülső részének közepéhez kapcsolódnak azok a konnektívumok, amelyek a garatalatti dúccal kötik azt össze. E konnektívumszakaszok kissé ívelten fokozatosan dorsalis irányba emelkednek és úgy érik el a garatalatti dűcot.

A *ganglion thoracale*-e, I. elülső szegélyének első részéről kétoldalt ered a jól fejlett és határozottan követhető *első pár lábideg (nervus pedis I.)* A lábidegek kissé széttartóan és fokozatos lehajlással előre indulnak, majd merész félkör alakú ívvel caudalis irányba futnak és úgy érik el az első lábak csípő tájékát, ahol azokba belépnek. Útközben a n. pedis I.-ből finom idegágak lépnek a környező izmokba. Az első lábideg közvetlen közeléből, dorsalis irányban még két vékonyabb ideg lép ki. Ezek az idegek szinte párhuzamosan haladnak az első lábidegekkel,



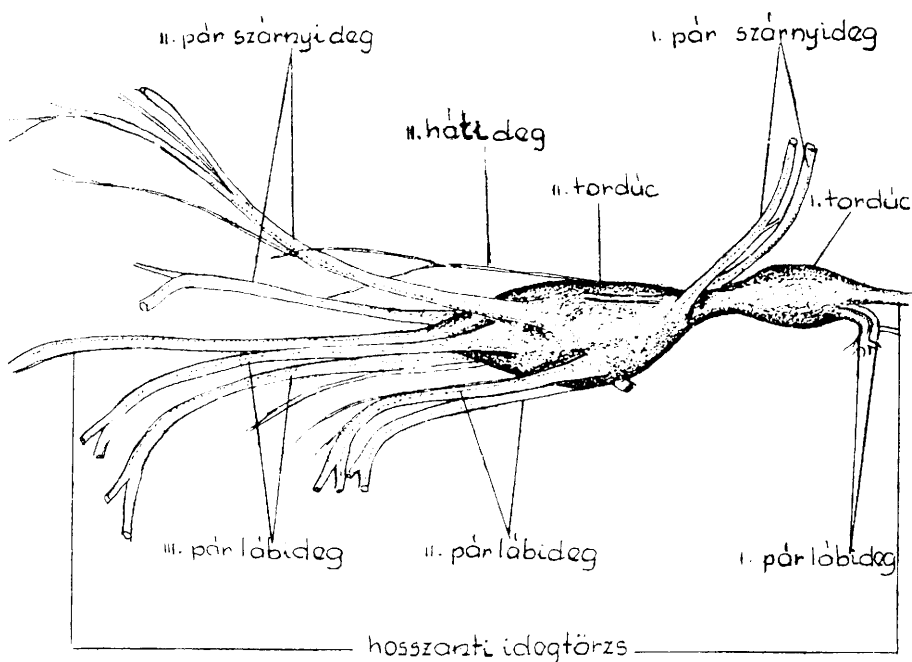
3. ábra.

A tordúcsok és a belőlük kilépő főbb idegek felülnézetben.

közben azonban dúsan elágaznak és a tor itteni izmait gazdagon behálózzák idegágakkal. Az első tordúc dorsalis oldalának közepéről — a félholdalakú bemetszéstől kissé előbbre — indul ki egy vékony ideg a (*nervus dorsalis I.*) Az első dúc dorsalis idege kissé előre és ferdén felfelé tart. Rövid szakasza után V alakban ketté ágazik, (*n. lateralis*) és az előtor oldalának izmaiba sugárzik.

Említettük, hogy az első és második tordúcot igen rövid konnektívumok kötik össze egymással. Néhány gondolatot ezekkel a konnektívum szakaszokkal és az itteni egyéb viszonyokkal kapcsolatosan meg kell jegyeznünk. Az itt haladó konnektívumok azért rövidek, mert az első és második tordúc nagyon közel fekszik egymáshoz. Jellemzőjük az is, hogy legnagyobb a keresztmetszetük, tehát itt találjuk a legvastagabb konnektívumokat. Továbbá élesen elkülönültek, mert egymásközött és a két dúc között ovális alakú rést hagynak szabadon. A konnektívumok és dúcok által szabadon hagyott résbe egy ovális keresztmetszetű kitinoszlop nyúlik be. A kitinoszlop a sternitről függőleges irányba emelkedik ki. Áthalad a dúcok és a konnektívumok között és tányérszerű lapos lemezbe végződik. A kitinoszlopon és a lemezén izmok tapadnak, de résztvesznek a két tori idegdúc rögzítésében is.

A *ganglion thoracale II. (g. meso-metathoracale.)* Jóval nagyobb méretű mint az első tori dúc. Ez a körülmény azzal magyarázható, hogy



4. ábra.

A tordúrok és a belőlük kilépő főbb idegek oldalnézetben.

a második tordúc a közép és utótor dúcainak összeolvadásából keletkezett. Ezt a második tordúcból kilépő idegek is bizonyítják. Ebből az idegdúcból kapja ugyanis idegeit a második pár láb és az első pár szárny, amelyek a középtorhoz tartoznak. De ugyancsak innen nyeri idegeit a második pár szárny és a harmadik pár láb is, amelyek viszont az utótorhoz kapcsolódnak. (Lehetséges, hogy a longitudinalis koncentráció miatt még potrohdúcok is a g. mesometathoracaleba zárultak.)

Felülről nézve a második tordúcot; látjuk, hogy elülső végének oldalsó részeivel, hogyan csatlakozik a két hosszanti konnektívummal az első tori dúchoz. A dúc elülső része középen félhold alakúra bemetszett. Elülső szakasza szélesebb, mint az első tordúc bárhol. Két oldalsó széle caudálisan fokozatosan összetart, aminek következtében a dúc fölülnézetben egyenlőszárú háromszöghöz hasonlít. Oldalnézetből tojásdad formát mutat. Középső része dorsalisán és ventralisan is kidomborodik. A háti kidomborodása nem olyan erőteljes mint a hasi. Háti irányú kiemelkedése lényegében nem haladja meg az első tori dúc kiemelkedését. A hasi irányú viszont túl haladja azt. A hasi oldal elülső részének közepén egy ék alakú bemetszés van. Ez a bemélyedés szintén a kétoldali dúcok összeolvadására enged következtetni.

A második tori dúcból számos, jól követhető ideg veszi kezdetét.

Az I. pár szárnyidegek (*nervi electrici*). A második tordúc elülső részének oldaláról erednek vastag ideggyökerekkel. Kilépésük után rövid szakaszon vízszintesen oldalirányba haladnak. Ezután kissé előrefelé hajlanak, és ferdén fölfelé emelkednek a tor izmai között, majd elérik az első tordúc hátulsó vonalát. Innen enyhén visszafelé hajolva tovább emelkednek az első szárnyak tövének irányába. Amikor elérik a szárnyakat három-három ágra szakadnak. A szárnyidegek vízszintes szakaszából kilépő idegágak a második tordúc külső szegélyével párhuzamosan haladnak hátrafelé. Menetközben vékony ágakra oszlanak, amelyek a torizmokba sugároznak. Mindkét szárnyidegnek a dúc és szárny közötti szakaszából cranialis irányba is indulnak ki idegágak. Ezek is egyre vékonyodnak, majd az előtor dorsalis izmaiba futnak: Az első szárnypár idegei alól is indulnak idegek a második tordúcból, amelyek előre és hátra dúsan elágazva ugyancsak izmok beidegzését biztosítják.

A második pár szárnyidegek (*nervi alae*). A második pár szárny idegei a második tordúc oldalának közepe tájától hátrább, kissé dorsalis helyzetből veszik kezdetüket. (Arról a helyről indulnak el, amely terület már az eredeti harmadik tordúc tájékára esik.) Kiindulásuk után szorosan simulnak a dúc két oldalának felső részéhez és kissé összetartva húzódnak caudális irányba. Miután elérik a dúc hátulsó végét, kb. 25 fokos szögben kezdenek emelkedni. Amikor már olyan hosszan húzódtak hátra, mint a második tordúc hosszúsága, a dorsalis irányba való emelkedés meredekebbé válik (kb. 50 fok.) Az idegek ezen a ponton körívszerűen meghajolva emelkednek a második pár szárny irányába. A szárnyidegek oldal irányba történő meghajlásuktól — a szárnyak eléréséig — hátra felé három nagyobb idegágot adnak le. Ezen idegágak azután még finomabb idegágakat bocsátanak a tor végső ré-

szeinek izmaihoz. A szárnyidegek tövének belső oldalairól vékony, de mikroszkóp alatt jól követhető idegek indulnak el. Ezek a szárnyidegek közelében, azokkal csaknem párhuzamosan hosszan haladnak, majd a tor végének dorsalis izmaiba futnak be.

A potroh felé tartó konnektívumok a második tordúc hátulsó végének a közepén, jól kivehető kúp alakú szakasszal kezdődnek. A szárnyidegektől lejjebb, de azokkal párhuzamosan futnak addig, míg azok az állat testének széle felé ki nem hajlanak. Föülnézetből tehát jól látjuk kétoldalt a két szárnyideget, középen pedig a konnektívumokat. A konnektívumok ezen a szakaszon erősen egymás mellé simulnak, tehát páros lefutásukat stereo mikroszkóppal nem szemlélhetjük. (A két konnektívum közti dorsalis barázda is hiányzik.) A szárnyidegek és a konnektívumok fölülről eltakarják az alóluk kilépő harmadik és második lábpárok idegeit.

A konnektívumok a tor végső részében már csak magánosan futnak. Mielőtt a potrohba lépnek, idegeket adnak kétoldalra, amelyek azután még további ágakra oszlanak. A potrohba bejutó konnektívumok a második tordúcot az első potrohdúchoz kapcsolják.

A második lábpár ideg (nervus pedis II.) A második lábpár idegei, a második tordúc ventrális oldalának közepéről indulnak el. Caudalis irányba haladva kezdetben vízszintesen futnak kb. a dúc mögötti tájig. Ezen a helyen azután a torizmok között enyhe körívben lefelé hajlanak, majd függőleges irányba a lábak csípői felé tartanak, ahol belépnek a lábakba. (Ez a rész a második torszelvény szakaszára esik.) A nervus pedis II. körívszerű hajlatánál kilépő idegágak a tor csípő fölötti izmaiba mennek.

A harmadik lábpár ideg (nervus pedis III.) A második pár szárnyidegek alatt és a második pár lábidegek fölött, majdnem a konnektívumot elérve a tordúc oldalából ágaznak ki. Csaknem egy szelvény hosszúságban ezek is caudalisan futnak. Mielőtt elérnék a harmadik pár végtagot, fokozatosan ívet alkotnak. A csípők tájékán lépnek a lábakba. Ezekből is vékonyabb idegek ágaznak ki az izmokba. A harmadik lábpár idegei mellett szintén futnak vékonyabb ún. kísérő idegek.

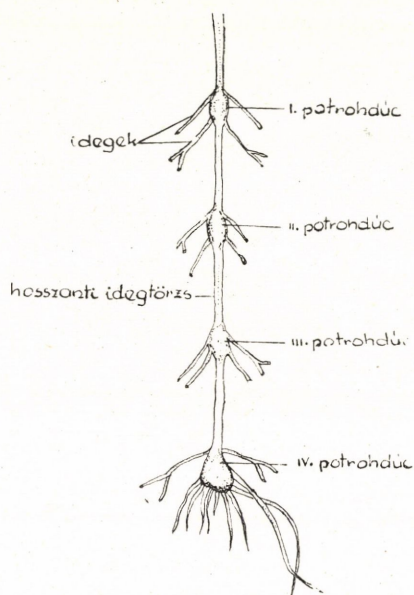
A második pár láb idegeinek kilépési helye előtt is indulnak ki elég vastag idegek. Ezek ferdén előre haladnak, a dúchoz viszonyítva hegyesszöget zárva be. Feladatuk a dúc alatti torizmoknak idegekkel való ellátása.

A második tordúc dorsalis oldalának közepéről egy vékonyabb magános ideg veszi kezdetét. Ez a második háti-ideg (*nervus dorsalis II.*) A dúc közepe fölött halad hátrafelé. Amikor elérkezik a dúc hátsó végéhez, V alakban ketté ágazik. (*n. lateralis.*) Ágai az utótör oldalának izmaihoz futnak.

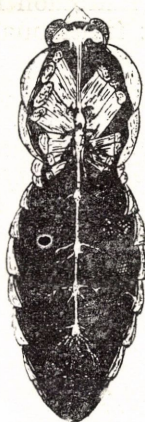
A központi idegrendszer potrohban levő szakasza. (l. 5. ábra.)

A galagonyalepke potrohszelvényeinek a száma kilenc. A potrohban négy idegdúcot találunk, mert a potrohi idegrendszer négy idegdúca redukálódott. A dúcok a potroh szelvényeihez viszonyítva a következőképpen helyezkednek el.

Az első potrohdúc, (*ganglion abdominale I.*) a második potrohszel-



5. ábra.
A központi idegrendszer parsabdomi-
nalis.



6. ábra.
A központi idegrendszer
és a test részeinek viszo-
nya. (Félig vázlatosan.)

vény végső szakaszában található meg. A harmadik szelvényben dúc nincs. A negyedik szelvény elején helyezkedik el a *második potrohdúc* (*ganglion abdominale II.*) Az ötödik szelvény elején van a *harmadik potrohdúc* (*ganglion abdominale III.*) A hatodik szelvény elülső részében fekszik a *negyedik és egyben utolsó potrohdúc* (*ganglion abdominale IV.*)

A potrohdúcokat összekötő konnektívumpár kis nagyítással szemlélve egységes, páros lefutása nem látható. A konnektívumok dúcok közötti szakaszán sem dorsalisán sem ventralisan nem találunk semmiféle hosszába futó bemélyedést. A konnektívumok keresztmetszete megközelítően ellipszis alakú.

Az első három potrohdúc alakja, hosszában elhelyezkedő ellipszisre emlékeztet. Kivételt képez az utolsó dúc, mely a többitől zömökebb és körte formájú. Közepe táján kétoldalt enyhe befűződés látszik, ami arra mutat, hogy két dúc összeolvadásából jött létre. Az első három potrohdúcból kétoldalra dúconként két-két, tehát összesen négy ideg lép ki. Az idegek egy darabon önállóan haladnak, majd előbb vastagabb, azután pedig vékonyabb idegágakra esnek szét. A vékony idegek a potroh izmaiba nyomulnak be. A legnagyobb és legvastagabb potrohdúc a IV. Belőle sok, vékonyabb és vastagabb ideg indul ki, amelyek az ivarszerveket látják el gazdagon idegágakkal. A legtöbb ideg a dúc oldalaiból és caudalis végéből veszi kezdetét, de a dorsalis és ventralis oldalról is erednek idegek. Néhány ideg a dúc előtti konnektívumból ágazik ki. (l. 6. ábra.)

ÖSSZEFOGLALÁS:

A gerinctelen állatok idegrendszerére vonatkozó ismeretek hazánkban és külföldön is nagyon hiányosak. Pedig a gerinctelen állatok s köztük az ízeltlábúak idegrendszerének felderítését sok szempont sürgeti.

A galagonyalepke idegrendszerére vonatkozó főbb megállapításaim a következők: Igen fejlettek az agyhoz csatlakozó szemlebenyek (lobus opticus) és a csápidegek (nervus antennis.) A szájszervek redukciójának megfelelően a garatalatti dűcből kiinduló szájszervi idegek is elvékonyodtak. Csak a szipóka és az alsóajak tapogatójának idegei fejlettek.

A galagonyalepke torában két idegdűcot találunk (ganglion thoracale I—II.) Az első tordűc jóval kisebb, mint a második. Elülső végének hasi oldaláról körívszerű hajlattal indulnak el az első lábpár idegek (nervus pedis I.) Az első és második tordűc között a konnektívumok jól elkülönülnek. A második tordűc két dűc összeolvadásából keletkezett. Dorsalis oldalának elülső végéből az első pár szárnyidegek (nervi electrici) hátsó végéből a második pár szárnyidegek (nervi alae) indulnak ki. A második tordűc hasi oldalának közepe tájáról erednek a második pár lábidegek (nervus pedis II.) Végző részről pedig a harmadik lábpár idegei (nervus pedis III.) és a potrohba futó konnektívumok indulnak el.

A potrohban négy dűcot (ganglion abdominale I., II., III., IV.) találunk. Az első három megközelítően egyforma alakú és nagyságú. Belőlük jobbra és balra két-két ideg lép ki. Az utolsó potrohdűc v. ivari dűc az előbbiektől nagyobb. Két dűc összenövéséből jött létre. Belőle számos ideg indul ki.

NERVENANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN AN DEM NERVENSYSTEM DER APORIA CRATAEGI L. (LEPIDOP., PIERIDAE).

ZUSAMMENFASSUNG:

Die bezüglichlichen Kenntnisse auf das Nervensystem der wirbellosen Tiere sind in Ungarn und auch im Ausland, sehr beschränkt. Aber die Aufdeckung des Nervensystems der wirbellosen Tiere, unter denen auch die Gliederfüßer, dringen viele Gesichtspunkte. Eben darum setzte ich mir zum Ziele das anatomische Studium des Nervensystems der Falter.

In diesem Studium teile ich die bezüglichlichen Feststellungen des Nervensystems des Baumweisslinges (*Aporia crataegi* L.) mit.

Im Laufe meiner Arbeit seziierte ich die Nervensysteme 30 Baumweisslinge unter dem Mikroskop (binokulares citoplast) aus.

Meine Hauptfeststellungen sind die Folgenden:

Der Mittelpunkt des im Kopfe befindlichen Abschnittes des Nervensystems: besteht aus dem Hirnknoten (ganglion supraoesophageum) und aus dem Knoten unter dem Rachen (ganglion infraoesophageum). Die dem Hirn beitretenen Augenflügel (lobus opticus) und die Tasternerven (nervus antennis) sind sehr entwickelt. Die Mundorganen des Falters sind in gewisser Beziehung reduziert. Diesem entsprechend auch die Nerven der Mundorganen ausgehend aus dem Knoten unter dem Rachen sich vermindern. Nur die Nerven des Saugrüssels und des Tasters der Niederlippe sind entwickelt.